

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/090959 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/205, 21/31, 21/22, 21/324  
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004454  
 (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 29 日 (29.03.2004)  
 (25) 国際出願の言語: 日本語  
 (26) 国際公開の言語: 日本語  
 (30) 優先権データ:  
 特願2003-097672 2003 年 4 月 1 日 (01.04.2003) JP  
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).  
 (72) 発明者; および  
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 齋藤 孝規 (SAITO,

Takanori) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).  
 芹澤 和秀 (SERIZAWA, Kazuhide) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 市川 貴 (ICHIKAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).

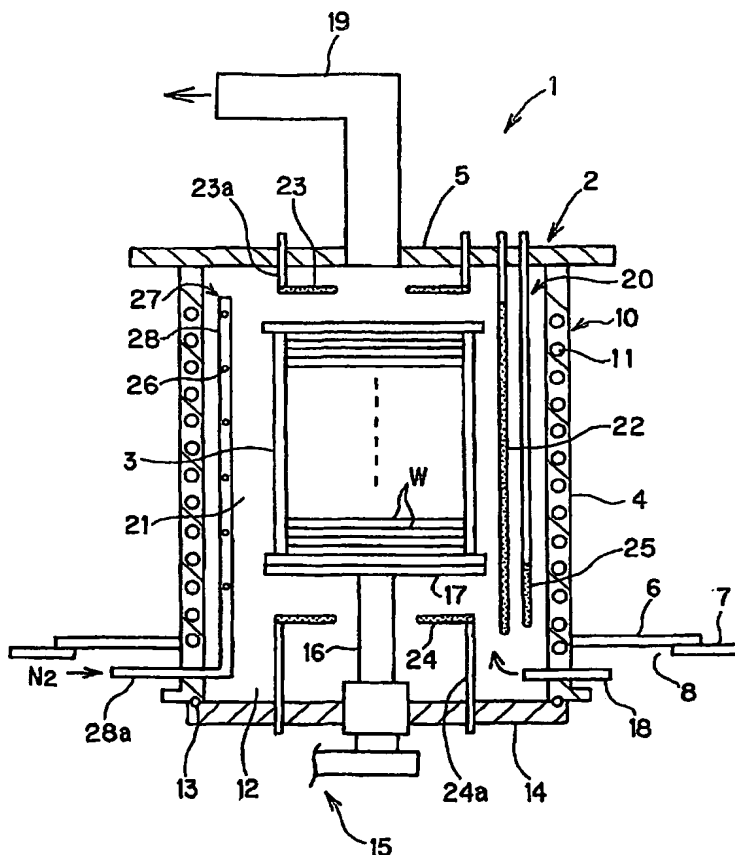
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF HEAT TREATMENT AND HEAT TREATMENT APPARATUS

(54) 発明の名称: 熱処理方法及び熱処理装置



(57) Abstract: A method of heat treatment characterized by comprising the step of in a metallic treating vessel furnished with heating means therein, carrying out given low-temperature-range heat treatment of multiple workpieces held in multistage by the use of the heating means and the step of after the completion of the heat treatment, introducing cooling gas in individual regions of the treating vessel divided in the direction of height of the workpieces.

(57) 要約: 本発明は、内部に加熱手段が設けられた金属製の処理容器内において、多段に保持された複数の被処理体に対して、前記加熱手段によって低温域の所定の熱処理を実施する工程と、前記熱処理の終了後に、前記被処理体の高さ方向に分割された前記処理容器の各領域に冷却ガスを導入する工程と、を備えたことを特徴とする熱処理方法である。



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 熱処理方法及び熱処理装置

## 技 術 分 野

本発明は、被処理体に対して熱処理を実施するための熱処理方法及び熱処理装置に関する。

## 背 景 技 術

半導体装置の製造においては、被処理体例えば半導体ウエハに、例えば酸化、拡散、CVD、アニール等の各種の熱処理が施される。これらの処理を実行するための熱処理装置の一つとして、多数枚のウエハを一度に熱処理することが可能な縦型の熱処理装置が用いられている。

縦型の熱処理装置は、縦型の熱処理炉を構成する石英製の処理容器を有する。処理容器の下端に開口する炉口は、蓋体によって開閉される。当該蓋体上には、多数枚のウエハを多段に保持する石英製のポート（保持具）が石英製の保温筒を介して支持されている。また、前記処理容器の周囲には、円筒状の断熱材の内周に発熱抵抗線が螺旋状等に設けられて構成されたヒータが設置されている。

この種の従来の熱処理装置は、例えば900～1200℃程度の比較的高温域での熱処理を行うことを前提として設計されている。また、この種の熱処理装置においては、熱処理後、ウエハの温度が冷めにくい。このため、ウエハの温度を下げるために、処理容器の外側に冷却風を吹き付ける構成が提案されている（例えば特開2000-100812号公報参照）。

ところで、熱処理工程として、高温域ではなく、例えば50～600℃程度の比較的低温域でウエハを熱処理する場合がある。例えば、配線容量の低減化のため、層絶縁膜として誘電率の小さい樹脂等の有機膜を用いる場合には、その有機膜を40～600℃程度の低温で焼き締めすることが必要とされる場合がある。高温域用に設計された熱処理装置で低温域の熱処理を行うことは可能である。

しかしながら、従来の熱処理装置においては、処理容器が石英製で熱容量が大

きく、更に処理容器の周囲がヒータの断熱材で覆われている。このため、ウエハを低温で処理した場合であっても、ウエハ温度を室温程度の取り扱い温度まで低下させるのに長時間を要するという問題があった。例えば、熱処理後にウエハを室温まで自然冷却する場合、降温速度は $1^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満と遅く、すなわち、低温域でのウエハの降温特性は悪かった。このような現象は、処理容器の側壁に冷却風を吹き付ける装置によっても、それ程改善されなかった。

### 発 明 の 要 旨

本発明は、前記事情を考慮してなされたもので、低温域での降温特性を改善してスループットの向上を図った熱処理方法及び熱処理装置を提供することを目的とする。

本発明は、内部に加熱手段が設けられた金属製の処理容器内において、多段に保持された複数の被処理体に対して、前記加熱手段によって低温域の所定の熱処理を実施する工程と、前記熱処理の終了後に、前記被処理体の高さ方向に分割された前記処理容器の各領域に冷却ガスを導入する工程と、を備えたことを特徴とする熱処理方法である。

この特徴により、熱処理の終了後、処理容器内の高さ方向の複数の領域の各々に冷却ガスが分散されて多量に導入され、被処理体が迅速且つ均一に冷却され得て、低温域での降温特性が改善し、スループットの向上が図れる。

例えば、前記処理容器は、約 $170$ リットルの容積を有し得る。この場合、前記冷却ガスを導入する工程は、前記処理容器内に $300\sim500$ リットル/分で冷却ガスを導入する工程を含んでいることが好ましい。

また、前記処理容器は、冷媒が流通するための容器冷却手段を有し得る。この場合、前記冷却ガスを導入する工程は、前記容器冷却手段を作動させて、前記被処理体を、約 $40^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上の降温速度で、 $400^{\circ}\text{C}\sim100^{\circ}\text{C}$ まで降温する工程を含んでいることが好ましい。

また、本発明は、処理容器内において、多段に保持された複数の被処理体に対して熱処理を実施する熱処理装置であって、前記処理容器は、金属製であり、前記処理容器の内部には、前記被処理体を加熱するための加熱手段と、前記被処理

体の高さ方向に分割された前記処理容器内の各領域に冷却ガスを導入するための複数の吹き出し孔を有する冷却ガス導入手段と、が設けられていることを特徴とする熱処理装置である。

この特徴により、処理容器内の高さ方向の複数の領域の各々に冷却ガスを分散させて多量に導入することができる。これにより、被処理体が迅速且つ均一に冷却され得て、低温域での降温特性が改善し、スループットの向上が図れる。

好ましくは、前記処理容器と前記多段に保持された複数の被処理体との間には、環状空間が形成されており、前記冷却ガス導入手段は、前記環状空間内に配置された鉛直方向に延びる冷却ガス導入管であり、前記複数の吹き出し孔は、前記冷却ガス導入管の鉛直方向に適宜間隔で形成されており、各吹き出し孔は、前記環状空間の接線方向に冷却ガスを吹き出すように、前記冷却ガス導入管の管壁に形成されている。

この場合、比較的簡単な構成で、処理容器内の高さ方向の複数の領域の各々に冷却ガスを分散させて多量に導入することができ、また、被処理体をより迅速且つ均一に冷却することができる。

更には、複数の冷却ガス導入管が、前記環状空間の周方向に適宜間隔で配置されていることが好ましい。この場合、処理容器内に更に多量の冷却ガスを導入することができ、被処理体を更に迅速（急速）に冷却することができる。

また、処理容器内の高さ方向の複数の領域の各々に冷却ガスを効率的に分散させるため、前記複数の冷却ガス導入管は、鉛直方向の長さが互いに異なっていることが好ましい。この場合、処理容器内の高さ方向の複数の領域の各々に冷却ガスがより均一に導入され得る。

また、好ましくは、前記吹き出し孔には、多孔質部材が設けられている。この場合、冷却ガスの流れがより効果的に分散されて、流速が抑えられ、もってパーティクルの巻き上がりや飛散を抑制することができる。

例えば、前記処理容器は、約 170 リットルの容積を有する。この場合、好ましくは、前記冷却ガス導入手段は、前記処理容器内に 300～500 リットル／分で冷却ガスを導入可能である。

その他、前記処理容器は、冷媒が流通するための容器冷却手段を有しているこ

とが好ましい。

この場合、前記冷却ガス導入手段及び前記容器冷却手段は、前記被処理体を、約  $40^{\circ}\text{C}$ /分以上の降温速度で、 $400^{\circ}\text{C}$ ～ $100^{\circ}\text{C}$ まで降温可能であることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態の熱処理装置を示す縦断面図である。

図 2 は、処理容器内における冷却気体噴出管の配置例を概略的に示す横断面図である。

図 3 は、冷却気体噴出管の組み合わせ例を説明する図である。

図 4 A 乃至図 4 C は、冷却気体噴出管の他の実施形態を示す図で、図 4 A は処理容器内における当該冷却気体噴出管の配置例を概略的に示す横断面図、図 4 B は当該冷却気体噴出管の側面図、図 4 C は図 4 B の要部拡大断面図である。

図 5 は、処理容器内の下部ヒータの一例を示す概略的平面図である。

図 6 は、本実施の形態の装置と従来装置におけるウエハ降温速度の比較結果を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。図 1 は本発明の一実施の形態の熱処理装置を示す縦断面図、図 2 は処理容器内における冷却気体噴出管の配置例を概略的に示す横断面図、図 3 は冷却気体噴出管の組み合わせ例を説明する図、図 4 A 乃至図 4 C は、冷却気体噴出管の他の実施形態を示す図で、図 4 A は処理容器内における当該冷却気体噴出管の配置例を概略的に示す横断面図、図 4 B は当該冷却気体噴出管の側面図、図 4 C は図 4 B の要部拡大断面図、図 5 は処理容器内の下部ヒータの一例を示す概略的な平面図、図 6 は本実施の形態と従来装置とのウエハ降温速度の比較結果を示すグラフである。

図 1 に示すように、熱処理装置 1 は、多段に保持された複数例えば  $25 \sim 50$  枚程度の被処理体例えば半導体ウエハ  $w$  に所定の熱処理を施すための縦型の熱処理炉を構成する処理容器 2 を有している。ウエハ  $w$  を多段に保持する手段（被処

理体保持具)として、例えば直径が300mmのウエハwを上下方向に所定間隔で多段に保持する石英製のポート3が用いられている。

処理容器2は、耐熱性及び耐食性を有し、石英よりも熱容量が小さく且つウエハwに対して金属汚染源になり難い金属、例えばステンレススチールまたは表面がアルマイト処理されたアルミニウム、により下部が開放された円筒状に形成されている。本実施例の処理容器22は、側壁を形成する円筒状の胴部4と、胴部4の上部開口端に気密に固定された天井部(天板)5と、から主に構成されている。胴部4と天井部5とは一体に形成されていてもよい。前記胴部4には、鰐状の支持部材6が取り付けられている。この支持部材6の外縁部をベースプレート7の開口8の周縁部上面に固定することにより、処理容器2がベースプレート7に設置されている。

前記処理容器2には、冷媒を流通させて処理容器2自体を冷却する容器冷却手段10が設けられている。容器冷却手段10としては、処理容器の外面に設けられる水冷ジャケットを有してもよい。しかし、前記処理容器2自体に冷媒、例えば室温の冷却水、を流通させるために設けられた冷媒通路11を有することが、構造の簡素化及び冷却性能の向上を図る上で好ましい。本実施例では、処理容器2の胴部4に冷媒通路11が螺旋状に設けられている。冷媒通路11には、冷媒を流すための冷媒循環系が接続されている。冷媒循環系は、処理ガス成分が析出しないように処理容器2を所定の温度に制御可能になっていることが好ましい。なお、処理容器2の天井部5にも冷媒通路が設けられていてもよい。

前記処理容器2の下方には、炉口(処理容器の下部開口)12の開口端に気密材例えばOリング13を介して下方から当接して当該炉口12を気密に閉塞する蓋体14が、昇降機構15により昇降可能に設けられている。この蓋体14も、前記処理容器2と同じ金属により形成されている。この蓋体14にも冷媒通路が設けられていてもよい。

前記ポート3を前記処理容器2内の所定の熱処理領域に回転可能に支持するために、前記蓋体14の上部には、回転支柱16を介して、所定高さ位置で回転可能な回転テーブル17が設けられている。この回転テーブル17上に、前記ポート3が着脱自在に載置される。蓋体14の下部には、蓋体14の中央部を気密に

貫通すると共に前記回転支柱 16 を回転する駆動機構部（図示省略）が設けられている。処理容器 2 の下部、例えば側壁の下方部分、には所定の処理ガスを処理容器 2 内に導入するためのガス導入管 18 が設けられている。処理容器 2 の上部（天井部）には、処理容器 2 内の雰囲気ガスを排気するための排気管 19 が設けられている。ガス導入管 18 にはガス源が接続され、排気管 19 には処理容器 2 内を減圧排気可能な減圧ポンプや圧力制御機構等を有する減圧排気系が接続されている。本実施例の熱処理装置 1 は、処理容器 2 内の圧力を、例えば 0.1 Torr (13.33 Pa) (減圧) ~ 760 Torr (101 kPa) (常圧)、好ましくは 650 Torr (86.6 kPa) (微減圧)、に制御して熱処理を行えるようになっている。なお、処理容器 2 は、上部から処理ガスが導入されて、下部から排気されるようになっていてもよい。

処理容器 2 内には、ウエハ W を例えば 40 ~ 600 °C 程度の低温域で加熱するための加熱手段（ヒータ）20 が設けられている。加熱手段 20 としては、処理容器 2 内に設けられることから、ウエハ W の金属汚染源にならないように、例えば石英管内にカーボンワイヤが挿通されて封入された管状ヒータが用いられる。なお、本実施例の加熱手段 20 は、ポート 3 と処理容器 2 の側壁との間の環状空間 21 に配置された側部ヒータ 22 と、ポート 3 の上方に配置された天井部ヒータ 23 と、ポート 3 の下方に配置された底部ヒータ 24 と、により構成されている。

側部ヒータ 22 は、管状ヒータを U 字状に曲げて形成されている。側部ヒータ 22 の基端部は、処理容器 2 の天井部 5 を気密に貫通し当該天井部 5 によって保持されて、側部ヒータ 22 は、天井部 5 から環状空間 21 内の下方まで垂下されている。このような側部ヒータ 22 が、環状空間 21 の周方向に略均等に複数配置されている。また、全体に U 字状でその先端部分が上下に蛇行状に屈曲された管状ヒータからなる底部補助ヒータ 25 が、処理容器 2 内の底部領域を加熱できるように設けられてもよい。底部補助ヒータ 25 も、側部ヒータ 22 と同様に、環状空間 21 の周方向に略均等に複数配置されることが好ましい。

天井部ヒータ 23 は、ポート 3 の上面に対向するように天井部 5 に取り付けられている。底部ヒータ 24 は、回転テーブル 17 の下面に対向するように蓋体 1



4 に取付けられている。天井部ヒータ 2 3 を支持するとともに天井部ヒータへの配線が通る支柱部 2 3 a が、天井部 5 を気密に貫通して当該天井部 5 によって保持されている。底部ヒータ 2 4 を支持するとともに底部ヒータ 2 4 への配線が通る支柱部 2 4 a が、蓋体 1 4 を気密に貫通し当該蓋体 1 4 によって保持されている。天井部ヒータ 2 3 及び底部ヒータ 2 4 は、面状ヒータから構成されてもよい。あるいは、例えば図 5 に示すように、水平面内で蛇行状に屈曲させた管状ヒータを、対称的に複数組、例えば 2 組または 3 組、配置してもよい。天井部ヒータ 2 3 及び底部ヒータ 2 4 を設けることにより、ポート 3 に多段に保持されたウエハ w の面内温度及び面間温度の均一化が図られる。

一方、前記処理容器 2 内の多段のウエハ w に対応して、複数の高さ領域の各々において冷却ガス、例えば室温の窒素 ( $N_2$ ) ガス、を吹き出す複数の吹き出し孔 2 6 を有する冷却ガス導入手段 2 7 が設けられている。本実施例の冷却ガス導入手段 2 7 は、処理容器 2 の側壁 4 と処理容器 2 内のウエハ w との間の環状空間 2 1 に上下方向に配置された石英製の冷却ガス導入管 2 8 からなっている。この冷却ガス導入管 2 8 の基部 2 8 a は、L 字状に曲げられており、処理容器 2 の側壁の下側部を水平に気密に貫通して当該側壁によって保持されている。冷却ガス導入管 2 8 の基部 2 8 a には、冷却ガス源が接続されている。

冷却ガス導入管 2 8 は、処理容器 2 の側壁に沿って、下方から上方へ垂直に立ち上がっている。冷却ガス導入管 2 8 の上端部は、閉塞されており、側壁 4 の上側部または天井部 5 に支持部材（図示省略）にて支持されている。この冷却ガス導入管 2 8 の管壁に、前記環状空間 2 1 の接線方向に冷却ガスを吹き出すように、直径が 5 mm 程度の複数の吹き出し孔 2 6 が長手方向に適宜間隔で形成されている。冷却ガスをウエハ w に直接当たらないよう前記接線方向へ吹き出させることにより、ウエハ w の局所的な冷却やパーティクルの飛散が防止される。また、冷却ガスを前記接線方向に吹き出させることにより、処理容器 2 内に冷却ガスの旋回流が生じる。これにより、ウエハ w をより効果的に、且つ、面内均一及び面間均一に、冷却することができるようになっている。

また、容積が 170 リットル程度の処理容器 2 内に冷却ガスを大流量（例えば 300～500 リットル／分）で導入するために、前記冷却ガス導入管 2 8 は、

前記環状空間 21 の周方向に適宜間隔で複数配置されていることが好ましい。本実施例では、図 2 に示すように、所定の中心角  $\theta$ （例えば  $\theta = 60^\circ$ ）で 2 本の冷却ガス導入管 28、28 が配置されている。この場合、前記複数の冷却ガス導入管 28 は、処理容器 2 内の高さ方向について冷却ガスを均一に導入するために、図 3 に示すように、異なる長さを有することが好ましい。図 3 の例では、処理容器 2 内の高さ方向の 2 つの領域について冷却ガスを均一に導入するために、異なる高さの 2 本の冷却ガス導入管 28<sub>1</sub>、28<sub>2</sub> が設けられている。

また、吹き出し孔 26 から吹き出される冷却ガスの流速を抑制してパーティクルの巻き上がりや飛散を抑制するために、図 4 A 乃至図 4 C に示すように、前記吹き出し孔 26 に多孔質部材 30 を設けることが好ましい。多孔質部材 30 としては、シリカ粒子を焼結して形成したシリカ多孔質層であり得る。これにより、冷却ガスの流量が増大されても、冷却ガスの流れが分散されてその流速が抑えられ、もってパーティクルの巻き上がりや飛散を抑えることができる。

次に、以上の構成からなる熱処理装置 1 の動作を説明する。まず、アンロード状態の蓋体 14 が上昇され、複数枚のウェハ w が搭載されたボート 3 が処理容器 2 内にロードされる。蓋体 14 が処理容器 2 の炉口 12 を密閉する。そして、処理容器 2 内の圧力が減圧されて、所定のプロセス圧力に調整されるとともに、加熱手段（ヒータ）20 への供給電力が増大されて、ウェハ w が所定のプロセス温度に加熱される。更に、ガス導入管 18 から処理容器 2 内に所定の処理ガスが導入されて、低温域での所定の熱処理が行われる。この熱処理中、回転テーブル 17 は回転し、処理容器 2 の側壁 4 に設けられた冷媒通路 11 に冷媒例えば室温の冷却水が流され、側壁 4 が冷却される、あるいは、所定の温度に制御される。あるいは、冷却水を流さないで、熱効率を上げるようにしてもよい。

このようにして、所定の時間の熱処理が終了した後、加熱手段（ヒータ）20 への供給電力が低減或いは遮断されると共にウェハの強制冷却操作が行われる。熱処理中に処理容器 2 の側壁の冷媒通路 11 に冷媒を流している場合は、熱処理の終了後も引き続き冷媒を流して側壁の冷却を継続する。これと同時に、冷却ガス導入手段 27 の冷却ガス導入管 28 に冷却ガス例えば室温の N<sub>2</sub> ガスが供給され、冷却ガス導入管 28 の管壁の複数の吹き出し孔 26 から当該冷却ガスが処理

容器 2 内に導入される。これにより、ウエハ w が冷却される。なお、冷却ガスの吹き出し方向は、回転テーブル 17 の回転方向と同じであることが好ましい。

以上のように、本実施の形態の熱処理装置 1 によれば、金属製の熱容量の小さい処理容器が用いられるとともに当該処理容器 2 が冷媒通路 11 を流れる冷媒により直接冷却されるので、低温域での温度応答性に優れ、すなわち、低温域での熱処理性能に優れる。しかも、処理容器 2 内には、冷却ガス導入手段 27 の冷却ガス導入管 28 により、高さ方向について複数の位置から冷却ガスが導入される。このため、処理容器 2 内の高さ方向について多量の冷却ガスを均一に導入することができ、処理容器 2 内のポート 3 に多段に保持されたウエハ w を迅速且つ均一に冷却することができる。具体的には、本実施の形態は、例えば 400℃～室温までの低温域での降温特性に優れる。すなわち、熱処理後にウエハの温度を迅速に低下させることができるので、スループットの向上が図れる。

ウエハの強制冷却操作は、排気管 19 から処理容器 2 内の雰囲気気を排気しながら行われる。すなわち、処理容器 2 内のガスは、冷却ガスである N<sub>2</sub> ガスで置換される。強制冷却操作が所定の時間行われてウエハ w が室温まで冷却されたなら、排気及び冷却ガスの供給が順に停止され、処理容器 2 内が常圧に戻される。その後、蓋体 14 が開けられて、ポート 3 がアンロードされる。

図 6 は、本実施例と従来装置（処理容器が石英製）とのウエハ降温速度の比較結果を示すグラフである。ここで、降温速度の測定は、ポート 3 内の上部、中部、下部におけるウエハの中心部及び周縁部について、それぞれ熱電対を用いて行われた。従来の熱処理装置では、400℃から 100℃まで降温するのに 480 分を要し、非常に緩やかな勾配の曲線 A で示されるように、降温速度は 1℃/分未満と非常に遅かった。これに対して、本実施例の熱処理装置の降温速度は、冷却ガスの導入及び処理容器の冷却を行わない自然冷却の場合でも、やや勾配のある曲線 B で示されるように、測定開始から 20 分までの間において 10℃/分程度と速かった。また、冷却ガスの導入及び処理容器の冷却を行った強制冷却の場合には、急勾配の曲線 C で示されるように、測定開始から 10 分までの間において 40℃/分程度と極めて速い降温速度を得ることができた。また、その降温時において、ウエハの面間及び面内の温度差は±3℃程度であり、すなわち、優れた

均熱性能を得ることができた。

以上、本発明の実施の形態を図面により詳述してきたが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲での種々の設計変更等が可能である。例えば、冷却ガス導入手段として、処理容器の側壁に冷却ガスの吹き出し孔を設け、当該側壁から直接処理容器内に冷却ガスを導入するようにしてもよい。被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、ガラス基板やLCD基板等であってもよい。冷却ガスとしては、ウエハの自然酸化膜の形成を防止するためにN<sub>2</sub>等の不活性ガスが好ましい。

## 請 求 の 範 囲

1. 内部に加熱手段が設けられた金属製の処理容器内において、多段に保持された複数の被処理体に対して、前記加熱手段によって低温域の所定の熱処理を実施する工程と、

前記熱処理の終了後に、前記被処理体の高さ方向に分割された前記処理容器の各領域に冷却ガスを導入する工程と、  
を備えたことを特徴とする熱処理方法。

2. 前記処理容器は、約 170 リットルの容積を有しており、  
前記冷却ガスを導入する工程は、前記処理容器内に 300～500 リットル／分で冷却ガスを導入する工程を含んでいる  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の熱処理方法。

3. 前記処理容器は、冷媒が流通するための容器冷却手段を有しており、  
前記冷却ガスを導入する工程は、前記容器冷却手段を作動させて、前記被処理体を、約 40℃／分以上の降温速度で、400℃～100℃まで降温する工程を含んでいる  
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱処理方法。

4. 処理容器内において、多段に保持された複数の被処理体に対して熱処理を実施する熱処理装置であって、  
前記処理容器は、金属製であり、  
前記処理容器の内部には、前記被処理体を加熱するための加熱手段と、前記被処理体の高さ方向に分割された前記処理容器内の各領域に冷却ガスを導入するための複数の吹き出し孔を有する冷却ガス導入手段と、が設けられている  
ことを特徴とする熱処理装置。

5. 前記処理容器と前記多段に保持された複数の被処理体との間には、環状

空間が形成されており、

前記冷却ガス導入手段は、前記環状空間内に配置された鉛直方向に延びる冷却ガス導入管であり、

前記複数の吹き出し孔は、前記冷却ガス導入管の鉛直方向に適宜間隔で形成されており、

各吹き出し孔は、前記環状空間の接線方向に冷却ガスを吹き出すように、前記冷却ガス導入管の管壁に形成されている  
ことを特徴とする請求項 4 に記載の熱処理装置。

6. 複数の冷却ガス導入管が、前記環状空間の周方向に適宜間隔で配置されている  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の熱処理装置。

7. 前記複数の冷却ガス導入管は、鉛直方向の長さが異なっている  
ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の熱処理装置。

8. 前記吹き出し孔には、多孔質部材が設けられている  
ことを特徴とする請求項 4 乃至 7 のいずれかに記載の熱処理装置。

9. 前記処理容器は、約 170 リットルの容積を有しており、  
前記冷却ガス導入手段は、前記処理容器内に 300～500 リットル／分で冷却ガスを導入可能である  
ことを特徴とする請求項 4 乃至 8 のいずれかに記載の熱処理装置。

10. 前記処理容器は、冷媒が流通するための容器冷却手段を有している  
ことを特徴とする請求項 4 乃至 9 のいずれかに記載の熱処理装置。

11. 前記冷却ガス導入手段及び前記容器冷却手段は、前記被処理体を、約 40℃／分以上の降温速度で、400℃～100℃まで降温可能である

ことを特徴とする請求項 10 に記載の熱処理装置。

1/4

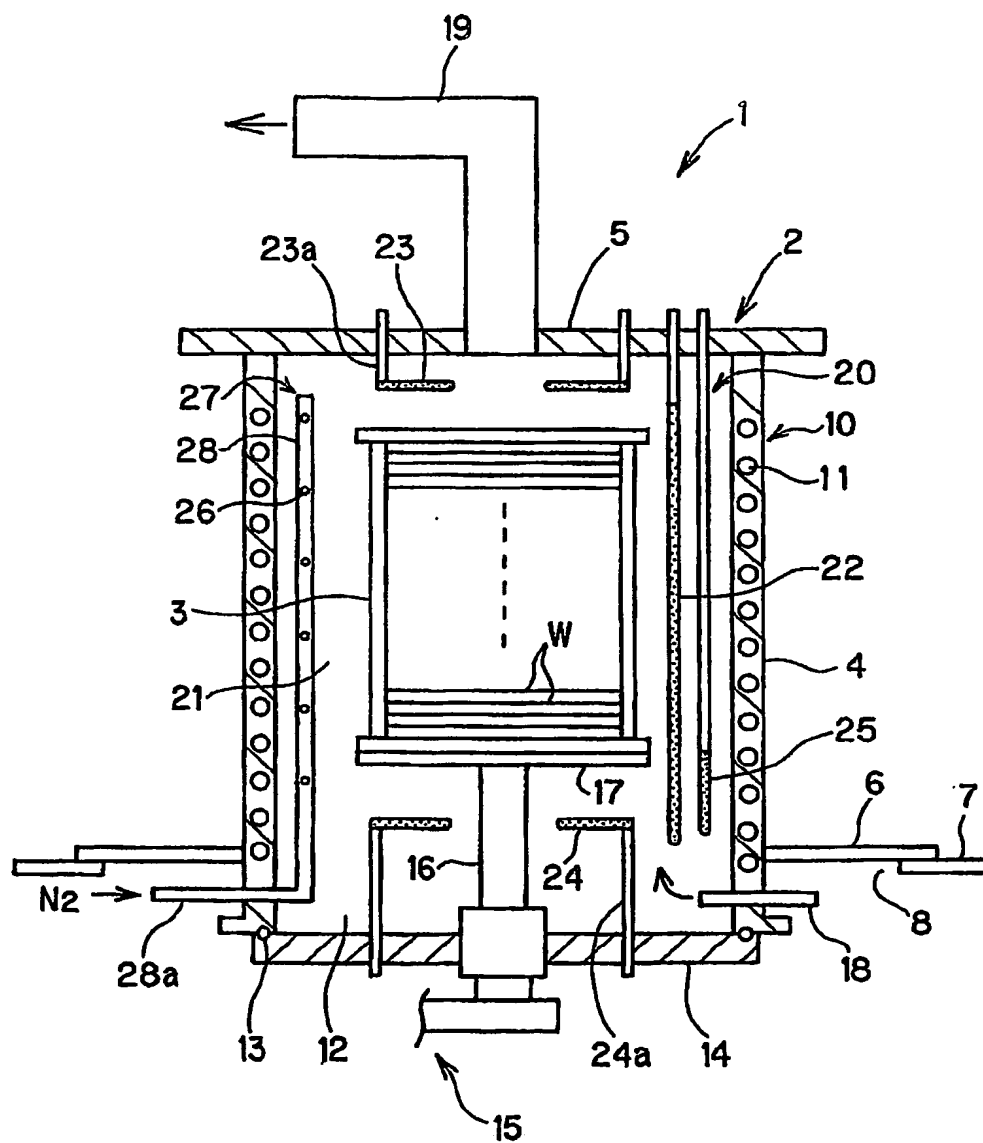


FIG. 1



2/4

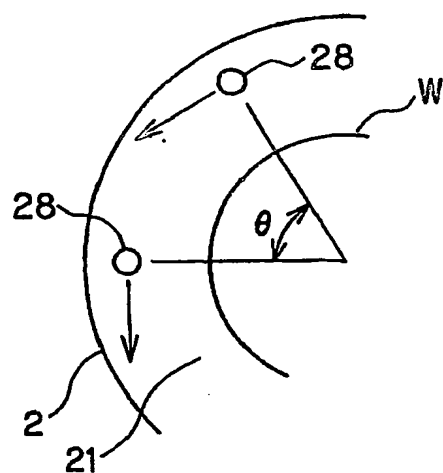


FIG. 2

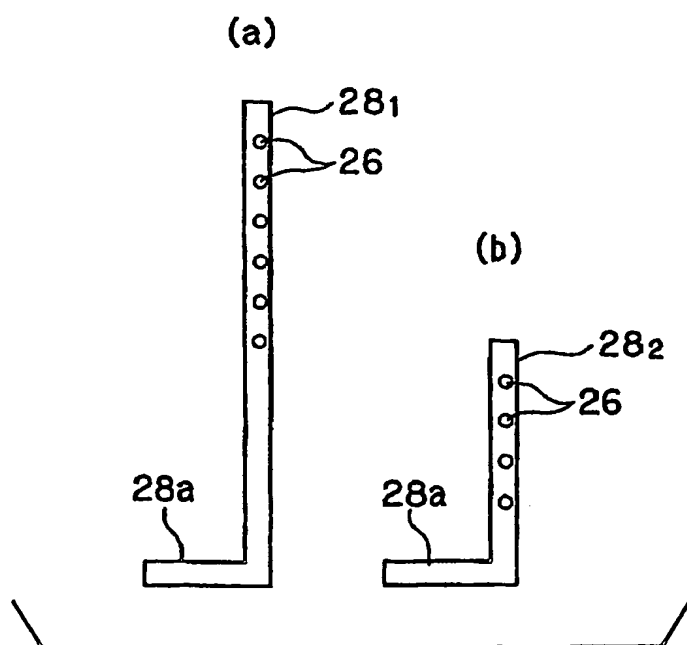


FIG. 3

3/4

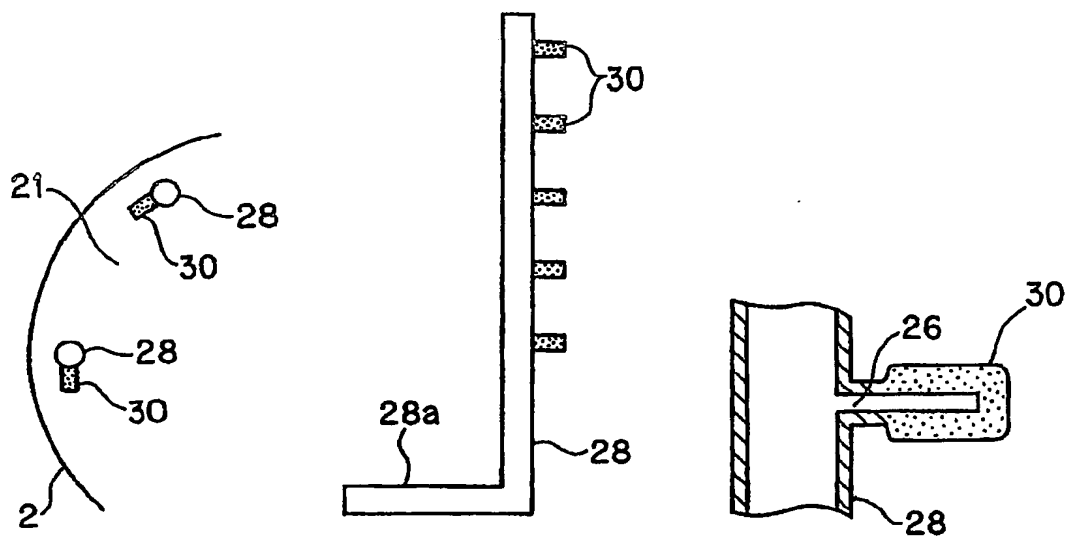


FIG. 4A

FIG. 4B

FIG. 4C

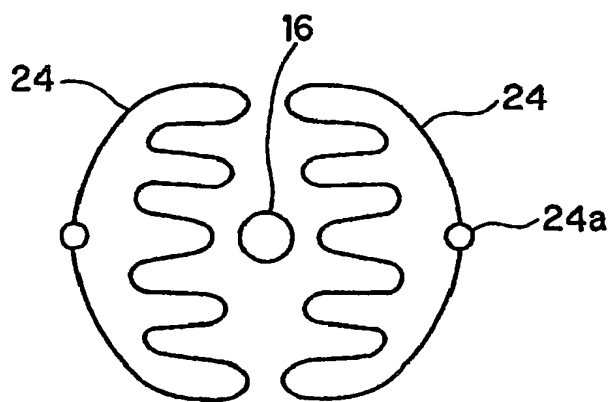


FIG. 5

4/4

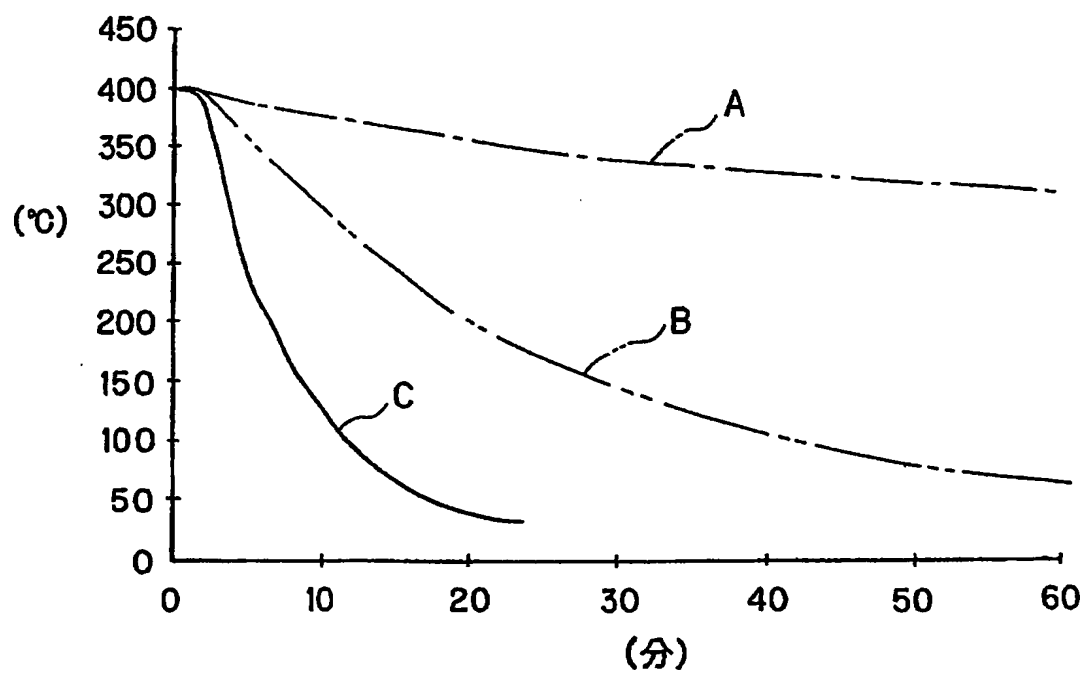


FIG. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004454

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, H01L21/31, H01L21/22, H01L21/324

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, H01L21/31, H01L21/22, H01L21/324

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 3-288426 A (Tokyo Electron Ltd.), 18 December, 1991 (18.12.91), Full text (Family: none)	1-3 4, 9-11
Y	JP 61-092050 U (Hitachi, Ltd.), 14 June, 1986 (14.06.86), Full text (Family: none)	1-4, 9-11
Y	JP 5-029448 A (Tokyo Electron Ltd.), 05 February, 1993 (05.02.93), Full text & US 5314541 A & US 5455082 A	1-4, 9-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 June, 2004 (21.06.04)

Date of mailing of the international search report  
06 July, 2004 (06.07.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004454

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-243365 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 21 September, 1993 (21.09.93), Full text (Family: none)	3, 10, 11
Y	JP 11-260743 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 24 September, 1999 (24.09.99), Full text (Family: none)	4, 9-11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, H01L21/31, H01L21/22, H01L21/324

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, H01L21/31, H01L21/22, H01L21/324

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 3-288426 A (東京エレクトロン株式会社) 1991.12.18, 全文	1-3
Y	(ファミリーなし)	4, 9-11
Y	JP 61-092050 U (株式会社日立製作所) 1986.06.14, 全文,	1-4, 9-11
	(ファミリーなし)	
Y	JP 5-029448 A (東京エレクトロン株式会社) 1993.02.05, 全文 & US 5314541 A & US 5455082 A	1-4, 9-11
Y	JP 5-243365 A (大日本スクリーン製造株式会社) 1993.09.21, 全文 (ファミリーなし)	3, 10, 11
Y	JP 11-260743 A (国際電気株式会社) 1999.09.24, 全文 (ファミリーなし)	4, 9-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.06.2004

国際調査報告の発送日

06.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池淵 立

4 R

8831

電話番号 03-3581-1101 内線 3469